

Japanese Laid-open Patent Publication No. 09-284212

Page 5, left column, lines 8 to 13

[0044] ① Mobile stations MS_1 and MS_2 receive a pilot signal (or a CDMA signal for the mobile stations MS_1 and MS_2) transmitted from a base station BS_A , detects the received signal level, and thereby estimates a difference from the base station BS_A . Then, means is provided for adjusting a spreading rate C (chip/sec) based on the estimated value of the distance.

(11)特許出願公開番号

特開平9-284212

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

技術表示箇所

C

G

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 12 頁)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 岡本 猛

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 岡本 直樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

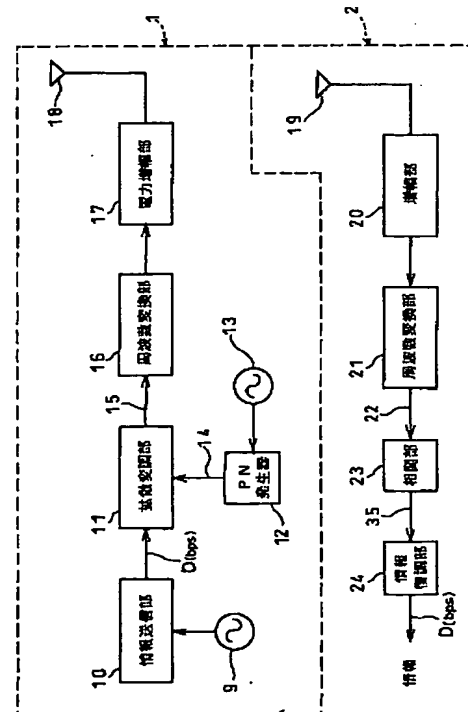
(74)代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 スペクトル拡散通信システム

(57) 【要約】

【課題】 DS/CDMA方式のスペクトル拡散通信システムにおいて、上り回線における送信電力制御を簡便化するとともに、自局および隣接セルへの干渉を軽減して加入者容量を増大させるようにする。

【解決手段】 自局のセル内において、セルの中心に位置する基地局から移動局までの離間距離に応じてプロセスゲインを調整するプロセスゲイン調整手段9、13等を設け、自局の基地局、および隣接する基地局への干渉を抑圧するようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散変調方式に基づくCDMA通信のスペクトル拡散通信システムにおいて、自局のセル内において、セルの中心に位置する基地局から移動局までの離間距離に応じてプロセスゲインを調整するプロセスゲイン調整手段を設け、自局の基地局、および隣接する基地局への干渉を抑圧することを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項2】 請求項1記載のスペクトル拡散通信システムにおいて、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の近傍に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げることにより、プロセスゲインを増大させるものであることを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項3】 請求項1記載のスペクトル拡散通信システムにおいて、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の遠方に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、プロセスゲインを増大させるものであることを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項4】 請求項1記載のスペクトル拡散通信システムにおいて、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の近傍に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げる一方、基地局の遠方に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、共にプロセスゲインを増大させるものであることを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項5】 請求項2ないし請求項4のいずれかに記載のスペクトル拡散通信システムにおいて、前記プロセスゲイン調整手段に加えて、複数の規定された送信電力を選択する手段を備えることを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、スペクトル拡散(SS: Spread Spectrum)通信システムに係り、特に、直接拡散(DS: Direct Spread)変調方式に基づくCDMA(Code Division Multiple Access)通信により、上り回線における送信電力制御手法の軽減、および自局ならびに隣接基地局への干渉を抑圧する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、SS通信システムには、拡散用符号により直接拡散する直接拡散(DS)変調方式や、搬送波を符号列により切換えて拡散する周波数ホッピング(FH)変調方式などがある。特に、直接拡散(DS)変調

方式を利用したCDMA通信(以下、DS/CDMA方式と称す)は、加入者容量が大きいこと、マルチパスフェージングに強いこと、さらに高品質通信が可能であることなどの特長を有している。

【0003】ところで、上記の加入者容量は、干渉量により制限される。特に、DS/CDMA方式では、すべてのユーザが同一周波数を同時に共有するため、基地局と移動局の距離から生じる、いわゆる遠近問題によって加入者容量、通信品質が制限を受ける。

【0004】このような遠近問題は、主として上り回線(移動局から基地局への送信)で生じるため、遠近問題の解決には、各移動局が送信した信号を基地局において同一受信レベルになるように各移動局の送信電力を調整する、いわゆるパワーコントロールが不可欠となる。

【0005】このことを以下でさらに具体的に説明する。

【0006】図11は、移動体通信でのセル構造を示したもので、通常は、多くのセルから成っているが、ここでは説明を簡単にするために、セルAとセルBの2つのセルから成り立っているものと仮定する。そして、セルA内には1つの基地局BS_Aとその基地局BS_Aの管理下で2つの移動局MS₁、MS₂が存在し、一方の移動局MS₁は、基地局BS_A近くに位置し、他方の移動局MS₂は、その基地局BS_Aから遠く離れて他のセルBの境界近くのサービスエリア付近に位置しているものとする。

【0007】ここで、例えば、各移動局MS₁、MS₂が共に同一電力で送信した場合、基地局BS_Aで受信される電力は、移動局MS₁、MS₂の距離差に基づく伝搬損失のために、一方の移動局MS₁からの信号よりも他方の移動局MS₂からの信号の方が小さく減衰してしまう。したがって、セルAの基地局BS_Aにとって、基地局BS_Aから遠く離れた他方の移動局MS₂からの送信信号を受信する場合には、一方の移動局MS₁側からの強大な信号が干渉波となってしまう。

【0008】そこで、このような遠近問題を解決するために、セルAの基地局BS_Aは、各移動局MS₁、MS₂からの受信電力が同一となるように、両移動局MS₁、MS₂の送信電力を制御する、送信電力制御を行う。

【0009】すなわち、この例では、他方の移動局MS₂が一方の移動局MS₁よりも大電力で送信するように送信電力制御を行う。

【0010】このような手法については、『CDMA移動通信における送信電力制御誤差のチャネル容量に及ぼす影響』(1991年電子情報通信学会秋季大会B-245)、および『CDMA陸上移動体通信システムのチャネル容量に関する一検討』(電子情報通信学会技術研究報告RC892-2)に詳細が述べられている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、DS/CDMA方式において送信電力制御を行う場合でも、マルチ

パスフェージング等によって受信電力が大きく変動したり、移動局MS₁、MS₂の移動速度等によって受信電力が時間的にも急峻に変化するため、このような変動に追従するために短時間で送信電力制御を精度良く行うことは極めて困難で、誤差を生じやすい。

【0012】そして、このような送信電力制御の誤差があると、上記の各文献に示されているように、加入者容量は大きく減少し、例えば、1dBの制御誤差があると加入者容量は約25%減少し、2dBの制御誤差があると加入者容量は約55%減少する。

【0013】したがって、送信電力制御は1dB以下の精度が要求されることになり、非常に複雑な送信電力制御の手法を確立しなければならず、実用化が容易でない。

【0014】また、上記のような送信電力制御を行う場合には、さらに、干渉の問題が生じる。

【0015】すなわち、先の図11で示したように、一つのセルAの基地局BS_Aに着目したとき、この基地局BS_Aにとっては、そこから遠方にある移動局MS₂が大電力で送信するように送信電力制御を行うことは、各移動局MS₁、MS₂からの受信電力が同一となるので遠近問題が解消されるものの、他方のセルBの基地局BS_Bに着目したとき、この基地局BS_Bにとっては、移動局MS₂は管理下対象外のものである。そして、この移動局MS₂が大電力で送信すれば、このセルB内に存在する図示しない移動局に対する強大な干渉波となり、セルBの基地局BS_Bにとっては干渉量が増大して、加入者容量が減少してしまう。

【0016】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、DS/CDMA方式のスペクトル拡散通信システムにおいて、上り回線における送信電力制御を簡便化するとともに、自局および隣接セルへの干渉を軽減して加入者容量を増大させるようにすることを課題とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するため、移動局がセルの中心近傍またはセルの境界近傍のいずれに位置するかに応じて、プロセスゲインを変化させるようにした点に特徴がある。

【0018】より具体的には、上り回線において、セルの中心に位置する基地局から周辺までの距離に応じて複数の領域に分割し、基地局近傍の領域に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げることにより、プロセスゲインを増大させる一方、基地局から遠方の領域に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、プロセスゲインを増大させるようにした点に特徴がある。

【0019】そのための、課題解決手段として、本発明

では、特許請求の範囲に記載するように、直接拡散変調方式に基づくCDMA通信のスペクトル拡散通信システムにおいて、次の構成を採用している。

【0020】すなわち、請求項1記載に係る発明では、自局のセル内において、セルの中心に位置する基地局から移動局までの離間距離に応じてプロセスゲインを調整するプロセスゲイン調整手段を設け、自局の基地局、および隣接する基地局への干渉を抑圧することを特徴としている。

【0021】請求項2記載に係る発明では、請求項1記載の構成において、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の近傍に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げることにより、プロセスゲインを増大させるものであることを特徴としている。

【0022】請求項3記載に係る発明では、請求項1記載の構成において、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の遠方に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、プロセスゲインを増大させるものであることを特徴としている。

【0023】請求項4記載に係る発明では、請求項1記載の構成において、前記プロセスゲイン調整手段は、基地局の近傍に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げる一方、基地局の遠方に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、共にプロセスゲインを増大させるものであることを特徴としている。

【0024】請求項5記載に係る発明では、請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の構成において、前記プロセスゲイン調整手段に加えて、複数の規定された送信電力を選択する手段を備えることを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】この実施形態では、説明を簡単にするために、図11で示したように、セルAとセルBの2つのセルを対象とし、一つのセルA内には基地局BS_Aとその基地局BS_Aの管理下で2つの移動局MS₁、MS₂が存在し、一方の移動局MS₁は、基地局BS_A近くに位置し、他方の移動局MS₂は、その基地局BS_Aから遠く離れて他のセルBの境界近くのサービスエリア付近に位置しているものとする。

【0026】ただし、本発明はこのような例に限定されるものではなく、多数のセル内が存在し、各セル内には基地局からの距離が異なる多数の移動局が存在する場合にも、本発明は適用可能である。

【0027】実施形態1

図1は本発明の実施形態1に係るDS/CDMA方式のスペクトル拡散通信装置のブロック図である。

【0028】図1に示す構成のスペクトル拡散通信装置

は、基地局B S_Aおよび各移動局MS₁, MS₂に設けられるもので、SS送信部1とSS受信部2とを備えている。

【0029】SS送信部1においては、音声、データ、画像等からなる情報データは、情報送信部10において、データクロック発生器9からのデータクロックによって一次変調されて所定のデータ伝送速度をもつ情報データとして生成された後、次段の拡散変調部11に入力される。

【0030】また、PNクロック発生器13からのPNクロックがPN発生器12に入力されることにより、PN発生器12からは、所定の拡散速度のPN信号14が生成され、このPN信号が拡散変調部11に入力される。

【0031】拡散変調部11では、先の情報データ10がPN信号によって直接拡散変調され、その直接拡散変調された信号(以下、SS信号という)15が周波数変換部16によって無線周波数に変換された後、電力増幅器17によって増幅されてアンテナ18から送信される。

【0032】一方、SS受信部2においては、アンテナ19によって受信されたSS信号が増幅部20で増幅された後、周波数変換部21によって中間周波数、またはベースバンド周波数に変換され、続いて、相関部23によって相関同期された後、次段の情報復調部24において情報データとして復調される。

【0033】図2はこの実施形態1において、基地局B S_Aに到達する移動局MS₁, MS₂からのSS信号の周波数スペクトルを示している。

【0034】前述の図11において、セルAの基地局B S_A近傍に位置する移動局MS₁、基地局B S_Aから遠く離れた位置の移動局MS₂とが、同じデータ伝送速度D₁

$$f(t) \longleftrightarrow F(f) = T_c \{ \sin(\pi f T_c) / (\pi f T_c) \} \quad (1)$$

$$T_c = 1/C \quad (2)$$

ここに、

f(t): 時間幅T_cの矩形波

F(f): f(t)のフーリエ変換

f: 周波数

T_c: チップ時間

C: 拡散速度(chip/sec)

であるから、直接拡散の拡散速度をC₁(chip/sec)からC₂(chip/sec)に変更して高速化すると、(2)式からチ

$$P_G = C/D$$

ここに、

C: 拡散速度(chip/sec)

D: データ伝送速度(bps)

いま、いずれの移動局MS₁, MS₂もデータ伝送速度がD₁(bps)で同じとすれば、(3)式から、

$$P_{G1} = C_1/D_1$$

$$P_{G2} = C_2/D_1$$

となるが、C₁ < C₂であるから、P_{G1} < P_{G2}となり、

(bps)で、かつ、同じ拡散速度C₁(chip/sec)で送信したとすれば、基地局B S_Aと移動局MS₁, MS₂との距離に依存した伝搬損失を受けるため、セルAの基地局B S_Aで受信した各々の移動局MS₁, MS₂からの電力スペクトルは、それぞれ図2の符号P₁, P₂に示すように、受信したSS信号の帯域幅は2C₁で同じであるが、電力スペクトルは、基地局B S_Aから各移動局MS₁, MS₂までの距離に依存するため、両者P₁, P₂で大きな差ΔPが生じる。

【0035】そこで、従来は、基地局B S_Aで受信する電力スペクトルがいずれも同じになるように、つまり、ΔP = 0となるように各移動局MS₁, MS₂の送信電力を制御している。つまり、他方の移動局MS₂が一方の移動局MS₁よりも大電力で送信するようにしている。

【0036】これに対して、この実施形態1では、基地局B S_Aの近傍に位置している移動局MS₁においては、データ伝送速度D₁は一定に保ったまま、PNクロック発生器13のクロック周波数をC₁(chip/sec)からC₂(chip/sec)(>C₁)に変更することで、拡散変調部11において情報データを直接拡散するときの拡散速度を高速にする。

【0037】ここで、一般に、電力スペクトルは拡散速度に逆比例し、また、拡散帯域幅は拡散速度に比例する関係があるので、上記のように拡散速度を高速にすることは、拡散帯域幅が広がることを意味する。

【0038】このことは、図3に示すように、PN系列の1チップ時間T_cをもつ矩形波f(t)(同図(a))をフーリエ変換した周波数スペクトルF(f)(同図(b))との関係、および次式から理解することができる。

【0039】すなわち、

チップ時間T_cが小さくなるので、(1)式および図3(b)から分かるように周波数スペクトルF(f)の振幅が小さくなって電力スペクトル密度が低下する一方で、図2に示すように、拡散帯域幅が2C₁から2C₂に広がる。

【0040】ところで、プロセスゲインP_Gは、次式で与えられる。

【0041】

$$(3)$$

等価的にプロセスゲインがP_{G1}からP_{G2}に増大したことになる。

【0042】したがって、本例では、基地局B S_Aの近傍に位置する移動局MS₁の拡散速度をC₁からC₂に変更して高速化すれば、拡散帯域幅が広がり、電力スペクトル密度が低くなるので、基地局B S_Aにおいては、セルAの境界に存在している移動局MS₂からの受信電力スペクトルと、基地局B S_Aの近傍に位置する移動局M

S₁からの受信電力スペクトルとをほぼ同一レベルにすることが可能となり、遠近問題を軽減することができる。

【0043】このように、各移動局MS₁、MS₂に対する直接拡散速度を調整して、基地局BS_Aでの受信電力スペクトルをほぼ同一にするためには、次の①、②のような調整手段を採用することが考えられる。

【0044】① 基地局BS_Aが送信したパイロット信号(または移動局MS₁、MS₂に向けてのCDMA信号)を移動局MS₁、MS₂が受信し、その受信信号レベルを検出することにより、基地局BS_Aからの距離を推定する。そして、この距離の推定値に基づいて拡散速度C(chip/sec)を調整する手段を設ける。

【0045】② 移動局MS₁、MS₂が送信した信号を基地局BS_Aが受信し、その受信信号レベルに基づいて、基地局BS_Aは、各移動局MS₁、MS₂が基地局BS_Aの近傍に位置するか、またはセルAの境界に位置するかを判定する。そして、この判定結果を基地局BS_Aが各移動局MS₁、MS₂に向けて通告することにより、各移動局MS₁、MS₂が拡散速度C(chip/sec)を調整する手段を設ける。

【0046】ここでは、①の調整手段を採用した場合について、さらに具体的に説明する。

【0047】一つのセルAにおける基地局BS_Aは、パイロット信号(あるいは移動局MS₁、MS₂に向けてのCDMA信号)を送信し、その信号が各移動局MS₁、MS₂で受信される。

【0048】図4は、前記SS受信部2の周波数変換部

$$P_1 = A P_0 r^{-2}$$

ここに、

P₀: 送信電力

P₁: 受信電力

r: 送受信間の距離(ここでは基地局と移動局との距離)

A: 比例定数

$$P_1 = A P_0 r^{-4}$$

そして、この(5)式において、受信電力P₁は相関レベル検出器32に入力された受信信号の信号レベル検出で分かり、また、送信電力P₀は基地局BS_Aから移動局MS₁、MS₂に送信する情報に予め含ませるようにしておけば、両者P₀、P₁が既知であるから、基地局BS_Aと移動局MS₁、MS₂との間の距離rを推定できる。

【0057】こうして、基地局BS_Aからの距離rが推定されると、各移動局MS₁、MS₂は、この距離rの推定結果に基づいて拡散速度を調整する。この拡散速度の調整は、前述のように、図1に示したSS送信部1において、PN発生器12に供給すべきPNクロック発生器13のクロック周波数を制御することにより行なわれる。

【0058】以上の説明は、オープンループによる各移動局MS₁、MS₂が行う拡散速度制御であるが、より一層正確な制御を行うためには、以下のフィードバックル

ープと相関部23との詳細を示すブロック図である。

【0049】周波数変換部21は、周波数変換用局部発振器26、ミキサ25、フィルタ27、増幅器28、および検波器29から構成されている。そして、検波器29からの出力35は、すべての受信信号の合成波の電力(相関前の受信信号電力)を示している。

【0050】周波数変換部21の出力22は、中間周波数、またはベースバンド周波数のSS(CDMA)信号であり、相関部23に入力される。また、パイロット信号、または目的の移動局MS₁、MS₂に固有のコードに対応したPNコード34をPNコード発生器30により生成し、同様に相関部23に入力される。

【0051】相関部23を構成する相関器31は、入力された受信SS(CDMA)信号22とPNコード発生器30において生成されたPNコード34との相関を取ることに、所望するSS信号を選択出力する。そして、相関器31の出力35が相関レベル検出器32に入力され、ここで所望の受信信号の信号レベル検出が行われる。

【0052】そして、この相関レベル検出器32によって検出された受信信号レベルのモニタ結果に基づいて、SS受信部2において基地局BS_Aと各移動局MS₁、MS₂との距離を推定する。

【0053】この距離推定は、次のようにして行われる。

【0054】一般に、自由空間での伝搬損失は、距離の2乗に逆比例するので、受信電力は次式で表わされる。

【0055】

(4)

しかし、移動体通信のようなマルチパス環境下では、例えば、距離の4乗に逆比例すると言われているため、(4)式に代えて次式が適用される。

【0056】

(5)

ープをさらに追加することもできる。

【0059】すなわち、上述のようにして拡散速度を制御した移動局(ここではMS₁)が送信するSS信号を基地局BS_Aで受信する。ここで、基地局BS_Aが拡散速度の変化した移動局MS₁からのSS信号を受信するためには、変化後の拡散速度を認識する必要がある。

【0060】そこで、たとえば、移動局MS₁が基地局BS_Aに対してSS信号を送信する際には、図5に示すように、新たに変更した拡散速度C₂(chip/sec)でデータBを送信する前段にデータAを付加し、かつ、このデータAを拡散速度が変化する前の元々の拡散速度C₁(chip/sec)で送信する。そして、この領域Aに対しては、予め、領域Bで使用する変更後の拡散速度C₂(chip/sec)、移動局MS₁、MS₂の区別、領域Aの時間長などの情報を含ませるようにしておく。その場合、領域Aの

時間長としては、領域Aでの情報復調が可能で、かつ領域Bの情報復調に支障を生じない範囲のできるだけ短い時間長とするのが望ましい。

【0061】基地局BS_Aが移動局MS₁からのSS信号を受信した場合、領域Aは、元々の拡散速度C₁(chip/sec)によるSS信号のため、その電力スペクトルは、図2のP₁で示すように高レベルであり、したがって、基地局BS_Aは通常の相関同期により領域Aの信号を十分に復調することができる。

【0062】たとえば、領域Aで用いるPNコードを拡散速度の変更後の領域Bで使用している移動局MS₁、MS₂固有のPNコードと同一になるように設定しておけば、基地局BS_Aは、領域Aで使用しているPNコードを図4に示すPNコード発生器30から生成し、相関器31で相関をとって情報を復調できる。

【0063】そして、この領域Aには領域Bで使用する変更後の拡散速度C₂(chip/sec)の情報が含まれているから、基地局BS_Aは、変化後の拡散速度C₂(chip/sec)を十分認識することができ、また、相関レベル検出器32によって、領域AのSS信号の信号レベルをモニタすることができる。なお、拡散速度を変更するための情報を与える領域Aは、移動局のPNコードとは異なる種類のPNコードとすることも可能である。

【0064】次いで、基地局BS_Aは、モニタされた受信信号レベルに基づいて、各移動局MS₁、MS₂に対して設定すべき拡散速度を指定する。本例では、各々の移動局MS₁、MS₂に固有のPNコードを用いて、一方の移動局MS₁に対しては拡散速度としてC₂(>C₁)を、他方の移動局MS₂に対しては拡散速度としてC₁の情報を知らせる。あるいは、パイロット信号、制御信号チャネル、ページング信号等、すべての移動局MS₁、MS₂に共通なチャネル(PNコード)によって、各移動局MS₁、MS₂宛に情報を伝えることもできる。

【0065】こうして、各移動局MS₁、MS₂が基地局BS_Aから設定すべき新たな拡散速度C₁、C₂(chip/sec)の情報を得たならば、各移動局MS₁、MS₂は、この調整した拡散速度C₁、C₂(chip/sec)を図1に示すPNクロック発生器13に設定することにより、最終的な拡散速度を設定する。

【0066】ところで、移動体通信では、マルチパスが存在するためにフェージングが生じる。そして、図11において、一方の移動局MS₁は基地局BS_Aの近傍に位置しているため、主要なマルチパス波の遅延時間は小さくなる傾向がある。

【0067】一方の移動局MS₁における直接拡散の拡散速度を上述のようにC₁からC₂と大きくすると、1チップ時間はTc₁(=1/C₁)からTc₂(=1/C₂)へと短くなる。そして、自己相関波形のメインローブの時間幅は時間分解能に対応するため、1チップ時間Tcを短くすることにより、時間分解能が向上する。

【0068】図6は、基地局BS_Aにおいて逆拡散を行った時の相関波形を示したものである。

【0069】同図(a)のS₁(実線)は拡散速度C₁(chip/sec)の下でマルチパスフェージングが存在している場合の劣化した相関波形の例であり、同図(a)のS₂(破線)で示すマルチパスが存在しない直接波のみの相関波形から大きく崩れていることが分かる。

【0070】一方、同図(b)は拡散速度をC₂(chip/sec)に高速化して、時間分解能を上げてマルチパス波を分離した例であり、S₃(破線)が直接波、S₄₁、S₄₂、S₄₃(実線)がマルチパスフェージングが存在する遅延波である。このように、基地局BS_Aの近傍に位置する移動局MS₁は、拡散速度を高速化しているために時間分解能が向上し、遅延時間が小さいマルチパス波S₄₁、S₄₂、S₄₃を分離することができる。このように、マルチパス波S₄₁、S₄₂、S₄₃が分離できれば、これを除くこともできるし、直接波S₃の強度不足を補うために利用することもできる。

【0071】一方、基地局BS_Aから遠方に位置している移動局MS₂からの受信信号は、伝搬距離が長いので、主要なマルチパス波の遅延時間は大きくなる傾向がある。このため、拡散速度を高速化せずに元の拡散速度C₁(chip/sec)にしたままでもマルチパス波を十分に分離することができる。

【0072】以下に、直接拡散の拡散速度を高速にすれば、時間分解能が高まり、遅延時間が小さいマルチパス波を分離でき、また、電力スペクトルも小さくなることの実例を示す。

【0073】ここでは、データ伝送速度D=50 kbp、拡散速度C₁=5 Mchip/sec、C₂=20 Mchip/secとすれば、各チップ時間長Tc₁、Tc₂は、(2)式の関係から、

$$Tc_1 = 1/C_1 = 200 \text{ nsec}$$

$$Tc_2 = 1/C_2 = 50 \text{ nsec}$$

となる。したがって、C₂=20 Mchip/secは、C₁=5 Mchip/secより4倍の時間分解能がある。

【0074】同様に、図3および前述の(1)式の関係から、電力スペクトルは、1チップ時間長Tcに比例(拡散速度Cに逆比例)するため、拡散速度を5 Mchip/secから20 Mchip/secに高速化することにより、電力スペクトルは1/4(6 dB減少)になる。

【0075】このように、この実施形態1では、基地局BS_Aの近傍に位置する移動局MS₁に対して拡散速度を高速化するので、その結果、拡散帯域幅が広がり、電力スペクトル密度が低くなる。したがって、この移動局MS₁から送信されるSS信号は、基地局BS_Aの近傍に位置しているにもかかわらず、基地局BS_Aでの受信電力スペクトル密度が低くなり、結果として、各移動局MS₁、MS₂からの受信電力スペクトルは略同一レベルになって遠近問題が軽減される。

【0076】しかも、この実施形態1では、拡散速度を調整することでプロセスゲインを増大させるので、従来のような高精度の送信電力制御を行う必要がなく、このため、マルチパスフェージングや移動局MS₁、MS₂の移動速度等に起因する受信電力の変動による送信電力制御の影響が軽減されるため、十分な加入者容量を確保することができる。

【0077】実施形態2

図7は、本発明の実施形態2に係るもので、基地局BS_Aに到達する移動局MS₁、MS₂からのSS信号の電力スペクトル(実線)、および基地局BS_Aで受信したSS信号を逆拡散した後の電力スペクトル(破線)をそれぞれ示している。

【0078】セルAのセル境界に位置する移動局MS₂がデータ伝送速度D₁(bps)で、拡散速度C₁(chip/sec)でSS信号を送信し、基地局BS_Aでこれを受信した場合、その電力スペクトルは、図2の電力スペクトルP₂と同じになる。

【0079】これに対して、セルAの境界に位置する移動局MS₂において、拡散速度C₁を一定にしたままで、図1に示すSS送信部1におけるデータクロック発生器9のクロック周波数を低速化することにより、データ伝送速度をD₂(bps)($< D_1$)と遅くした場合、基地局BS_Aで受信したSS信号の電力スペクトルP₄は、先の電力スペクトルP₂の場合と同じであるが、プロセスゲインPG₂は、データ伝送速度がD₁(bps)の場合のプロセスゲインPG₁よりも大きくなる。すなわち、前述の(3)式の関係から、

$$PG_1 = C_1 / D_1$$

$$PG_2 = C_1 / D_2$$

となるが、 $D_2 < D_1$ であるから、 $PG_1 < PG_2$ となり、等価的にプロセスゲインがPG₁からPG₂に増大したことになる。

【0080】その結果、基地局BS_Aで受信したSS信号の電力スペクトルはP₂、P₄共に同一であるにもかかわらず、データ伝送速度をD₂(bps)と遅くした信号を逆拡散して得られる電力スペクトルP_{4'}は、プロセスゲインおよびデータ伝送速度の差のために、データ伝送速度がD₁(bps)の信号を逆拡散して得られる電力スペクトルP_{2'}より大きくなる。つまり、基地局BS_Aでの所要信号キャリア電力対雑音電力比特性(以下、C/N特性という)が改善される。

【0081】したがって、基地局BS_Aから離れたセルA境界の近傍にある移動局MS₂は、従来では、送信電力を距離または伝搬損失に依存して増大させて、基地局BS_Aでの受信電力が一方の移動局MS₁による電力スペクトルP₁と同一レベルになるようにしていたが、本発明では、移動局MS₂に対して大電力で送信する必要がないため、セルBの基地局BS_Bへの干渉を大きく低減することができる。

【0082】したがって、対象となるセルAにおける加入者容量が増大できるだけでなく、隣接セルBへの干渉が軽減されるので、隣接セルBでの加入者容量を抑圧することがない。さらに、C/N特性が改善されるため、誤り訂正能力を強化にすることも可能となる。

【0083】このように、各移動局MS₁、MS₂に対するデータ伝送速度D₁、D₂を調整して、基地局BS_Aでのプロセスゲインを増加させるためには、実施形態1で述べたのと同じく、次の③、④の手段を設けることが考えられる。

【0084】③ 基地局BS_Aが送信したパイロット信号(または移動局MS₁、MS₂に向けてのCDMA信号)を移動局MS₁、MS₂が受信し、その受信信号レベルを検出することにより、基地局BS_Aからの距離を推定する。そして、この距離の推定値に基づいてデータ伝送速度D(bps)を調整する手段を設ける。

【0085】④ 移動局MS₁、MS₂が送信した信号を基地局BS_Aが受信し、その受信信号レベルに基づいて、基地局BS_Aは、各移動局MS₁、MS₂が基地局BS_Aの近傍に位置するか、またはセルAの境界に位置するかを判定する。そして、この判定結果を基地局BS_Aが各移動局MS₁、MS₂に向けて通告することにより、各移動局MS₁、MS₂がデータ伝送速度D(bps)を調整する手段を設ける。

【0086】ここでは、③の手段について、さらに具体的に説明する。

【0087】一つのセルAにおける基地局BS_Aがパイロット信号(あるいは移動局MS₁、MS₂に向けてのCDMA信号)を送信し、この信号が各移動局MS₁、MS₂で受信される。

【0088】図4に既に示したように、周波数変換部21で周波数されたSS信号は、次段の相關部23で所望の信号が選択され、続いて、相關レベル検出器32によって希望した受信信号の信号レベルが検出される。そして、この相關レベル検出器32によって検出された受信信号レベルのモニタ結果に基づいて、SS受信部2において基地局BS_Aと当該移動局MS₁またはMS₂の距離を、前述の(5)式に基づいて推定する。

【0089】こうして、基地局BS_Aからの距離rが推定されると、各移動局MS₁、MS₂は、この距離rの推定結果に基づいてデータ伝送速度を調整する。このデータ伝送速度の調整は、前述のように、図1に示すSS送信部1において、データクロック発生器9のクロック周波数を制御することにより行なわれる。

【0090】以上の説明はオープンループによる各移動局MS₁、MS₂が行うデータ伝送速度制御であるが、より一層正確な制御を行うためには、以下のフィードバックループをさらに追加することもできる。

【0091】すなわち、上述のようにしてデータ伝送速度を制御した移動局(ここではMS₂)が送信するSS信

号を基地局B S_Aで受信する。ここで、基地局B S_Aがデータ伝送速度が変化した移動局MS₂からのSS信号を受信するためには、変化後のデータ伝送速度を認識する必要がある。

【0092】そこで、たとえば、移動局MS₁が基地局B S_Aに対してSS信号を送信する際には、図8に示すように、新たに変更したデータ伝送速度D₂(bps)でデータFを送信する前段にデータEを付加し、かつ、このデータEをデータ伝送速度が変化する前の元々のデータ伝送速度D₁(bps)で送信する。そして、この領域Eに対しては、予め、領域Fで使用する変更後のデータ伝送速度D₂(bps)、移動局MS₁、MS₂の区別、領域Eの時間長などの情報を含ませるようにしておく。その場合、領域Eの時間長としては、領域Eの情報復調が可能で、かつ領域Fの情報復調に支障を生じない範囲のできるだけ短い時間長とするのが望ましい。

【0093】そして、この領域Eには領域Fで使用する変更後のデータ伝送速度D₂(bps)の情報が含まれているから、基地局B S_Aは、変化後のデータ伝送速度D₂を十分認識することができ、また、相関レベル検出器32によって、領域EのSS信号の信号レベルをモニタすることができる。なお、データ伝送速度を変更するための情報を与える領域Eは、移動局のPNコードとは異なる種類のPNコードとすることも可能である。また、領域Eは、元々のデータ伝送速度D₁(bps)によるSS信号のため、その電力スペクトルは、図7のP₂で示すように低レベルとなるので、基地局B S_Aが領域Eの信号復調を容易に行うためには、図9に示すように、移動局MS₂は、領域Eでの送信するSS信号の電力レベルを大きくしてもよい。この場合、領域Eの時間長は短いので、他のセルへの干渉は少なくて済む。

【0094】基地局B S_Aは、モニタされた受信信号レベルに基づいて、移動局MS₁、MS₂に対して設定すべきデータ伝送速度を指定する。

【0095】こうして、各移動局MS₁、MS₂が基地局B S_Aから設定すべき新たなデータ伝送速度D₁、D₂(bps)の情報を得たならば、各移動局MS₁、MS₂は、この変更したデータ伝送速度D₁、D₂(bps)を図1に示すデータクロック発生器9に設定することにより、最終的なデータ伝送速度を設定する。

【0096】このように、この実施形態2では、基地局B S_Aから遠い所に位置する移動局MS₂は、拡散速度を一定にしてデータ伝送速度を下げるようにするので、結果的に、基地局B S_AでのC/N特性が改善される。したがって、移動局MS₂は基地局B S_Aから遠く離れているにもかかわらず、大電力で信号を出力する必要性がなくなり、遠近問題が軽減できる。しかも、上記のように大電力の信号出力が不要となるため、セルA境界に近い所に位置する移動局MS₂は、隣接する他のセルBの基地局B S_Bへの干渉も大きく軽減することができる。

【0097】しかも、この実施形態2では、データ伝送速度を調整することでプロセスゲインを増大させるので、従来のような高精度の送信電力制御を行う必要がなく、このため、マルチパスフェージングや移動局MS₁、MS₂の移動速度等に起因する受信電力の変動による送信電力制御の影響が軽減されるため、十分な加入者容量を確保することができる。

【0098】実施形態3

上記の実施形態1では、基地局B S_Aの近傍に位置する移動局MS₁に対して、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げることにより、プロセスゲインを増大させるようにし、また、実施形態2では、基地局B S_Aの遠方に位置する移動局MS₂に対して、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、プロセスゲインを増大させるようにしているが、両調整手段を組み合わせた構成とすることも可能である。

【0099】すなわち、セルAの基地局B S_A近傍に位置する移動局MS₁においては、データ伝送速度がD₁(bps)で、拡散速度C₂(chip/sec)を高速にする一方、基地局B S_Aから離れてセルAの境界に位置する移動局MS₂においては、データ伝送速度をD₂(bps)($< D_1$)と遅くして、拡散速度をC₁(chip/sec)($< C_2$)で送信するようにする。

【0100】図10には、本発明の実施形態3において、基地局B S_Aに到達する移動局MS₁、MS₂からのSS信号の電力スペクトル(実線)、および基地局B S_Aで受信したSS信号を逆拡散した後の電力スペクトル(破線)をそれぞれ示している。

【0101】セルAの基地局B S_Aの近傍に位置する移動局MS₁から送信されたSS信号を受信した電力スペクトルがP₃であり、図2の電力スペクトルP₃と同一である。一方、セル境界に位置する移動局MS₂から送信されたSS信号を受信した電力スペクトルがP₄であり、図7の電力スペクトルP₄と同一である。

【0102】これらの電力スペクトルP₃、P₄を基地局B S_Aにおいて逆拡散すれば、各電力スペクトルP₃'、P₄'になり、いずれもプロセスゲインが増大しているために、実施形態1、2の場合よりもさらに一層確実な信号再生が可能で、干渉量も軽減することができる。

【0103】上記の各実施形態1～3では、基地局B S_Aから移動局MS₁、MS₂までの離間距離に応じて拡散速度やデータ伝送速度を変化させることによってプロセスゲインを調整するようにしているが、このプロセスゲインの調整手段に加えて、各移動局MS₁、MS₂での送信電力を可変する手段を付加する、または複数の規定された送信電力を選択する手段を付加することにより、従来よりはるかに簡便な送信電力制御であるにもかかわらず、干渉量を低減することができる。

【0104】

【発明の効果】本発明によれば、次の効果を奏する。

【0105】(1) 請求項1記載に係る発明では、DS/CDMA方式において、セルの中心からの距離に応じてプロセスゲインを調整するので、従来のような高精度の送信電力制御を行う必要がなく、このため、マルチパスフェージングや移動局の移動速度等に起因する受信電力の変動の影響が軽減される。しかも、自局および隣接セルへの干渉を軽減できるので、遠近問題が解消されて加入者容量の増大を図ることができる。

【0106】(2) 請求項2記載に係る発明では、特に、基地局の近傍に位置する移動局に対しては、データ伝送速度を一定にしたまま直接拡散の拡散速度を高速にして拡散帯域幅を広げることにより、プロセスゲインを増大させるようにしているから、移動局が基地局の近傍に位置している場合でも、基地局における受信電力スペクトル密度が低くなり、遠近問題を軽減することができる。

【0107】(3) 請求項3記載に係る発明では、特に、基地局の遠方に位置する移動局に対しては、直接拡散の拡散速度を一定にしたままデータ伝送速度を低速にすることにより、プロセスゲインを増大させるようにしているから、C/N特性が改善され、基地局から遠く離れている移動局でも、大電力で信号を出力する必要性がなくなり、遠近問題が軽減できる。しかも、大電力の信号出力が不要となるため、隣接する他のセルの基地局への干渉も大きく軽減することができる。

【0108】(4) 請求項4記載に係る発明では、請求項2および請求項3を組み合わせるので、請求項2、3の両効果が同時に得られる。

【0109】(5) 請求項5記載に係る発明では、複数の規定された送信電力を選択する手段を備えるようにしているので、従来よりはるかに簡便な送信電力制御であっても、干渉量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るDS/CDMA方式のスペクトル拡散通信装置のブロック図である。

【図2】実施形態1において、基地局に到達する各移動局からの直接拡散信号の周波数スペクトルである。

【図3】矩形波と、この矩形波をフーリエ変換した周波数スペクトルの関係を示す説明図である。

【図4】図1の構成のスペクトル拡散通信装置において、SS受信部の周波数変換部と相関部との詳細を示すブロック図である。

【図5】実施形態1において、移動局から基地局へ送信する信号の構成を示す説明図である。

【図6】逆拡散を行った時のマルチパスによる相関波形を示すもので、同図(a)はマルチパスにより劣化した相関波形、同図(b)は拡散速度を高速化することによりマルチパス波を分離した相関波形を示している。

【図7】実施形態2において、基地局に到達する各移動局からの直接拡散信号の電力スペクトル、および基地局で受信した直接拡散信号を逆拡散した後の電力スペクトルである。

【図8】実施形態2において、移動局から基地局へ送信する信号の構成を示す説明図である。

【図9】実施形態2において、移動局から基地局へ送信する信号の他の構成を示す説明図である。

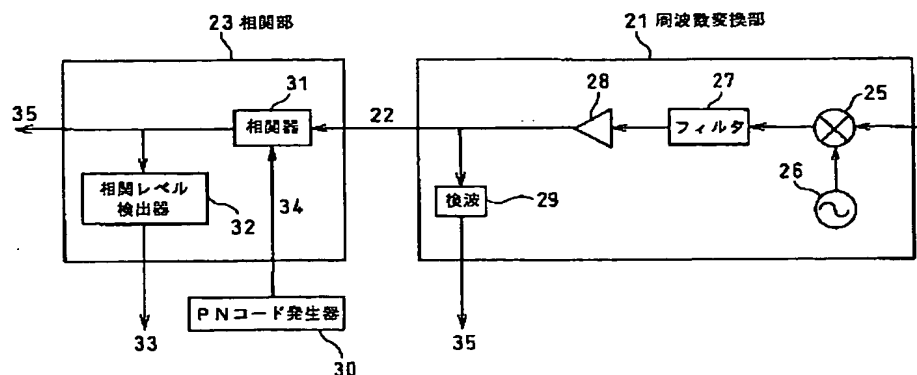
【図10】実施形態3において、基地局に到達する各移動局からの直接拡散信号の電力スペクトル、および基地局で受信した直接拡散信号を逆拡散した後の電力スペクトルである。

【図11】移動体通信でのセル構造を示す説明図である。

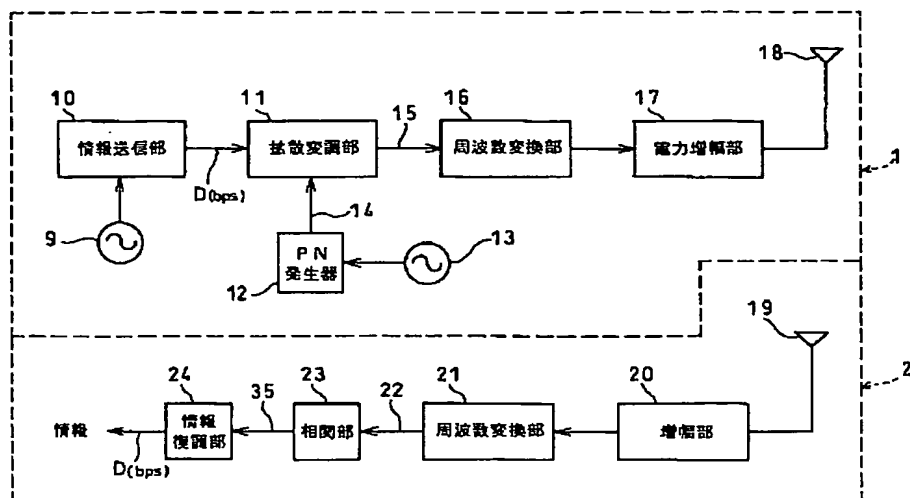
【符号の説明】

1…SS送信部、2…SS受信部、9…データクロック発生器、10…情報送信部、12…PN発生器、13…PNクロック発生器、21…周波数変換部、23…相関部、30…PNコード発生器、31…相関器。

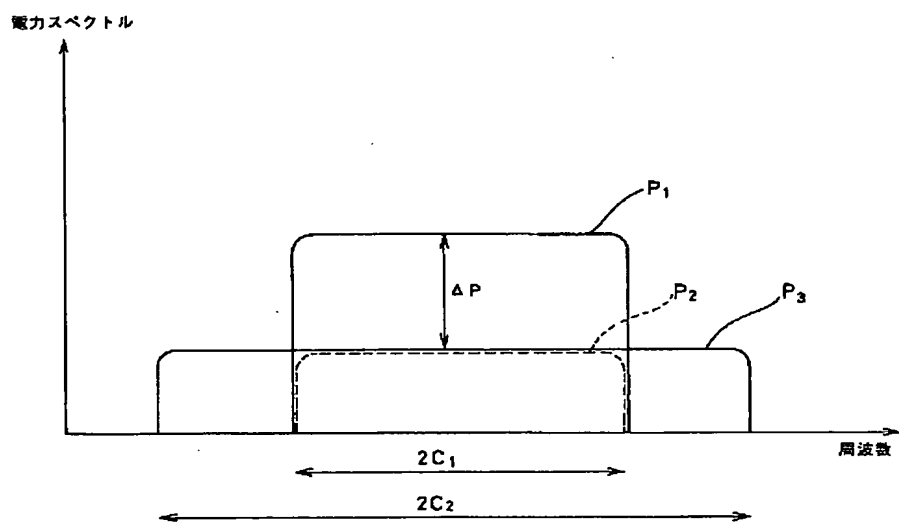
【図4】



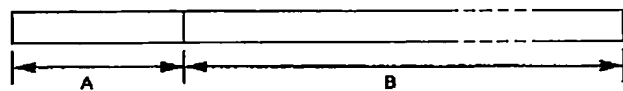
【図1】



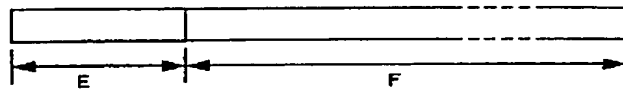
【図2】



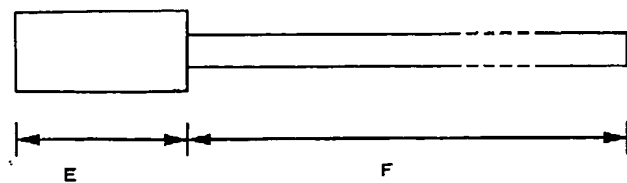
【図5】



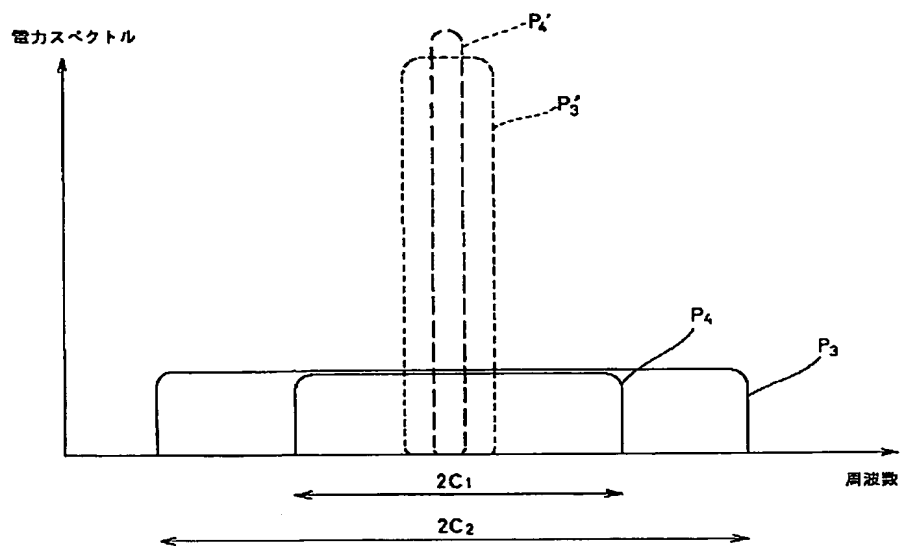
【図8】



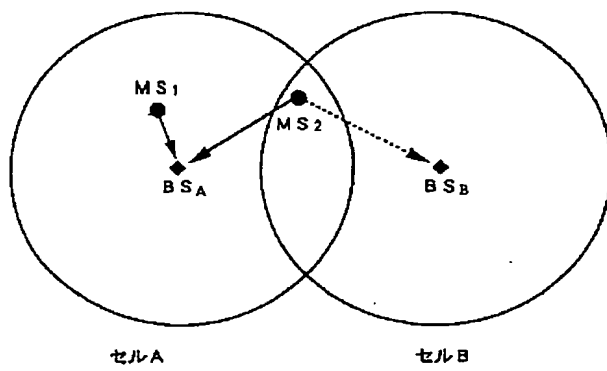
【図9】



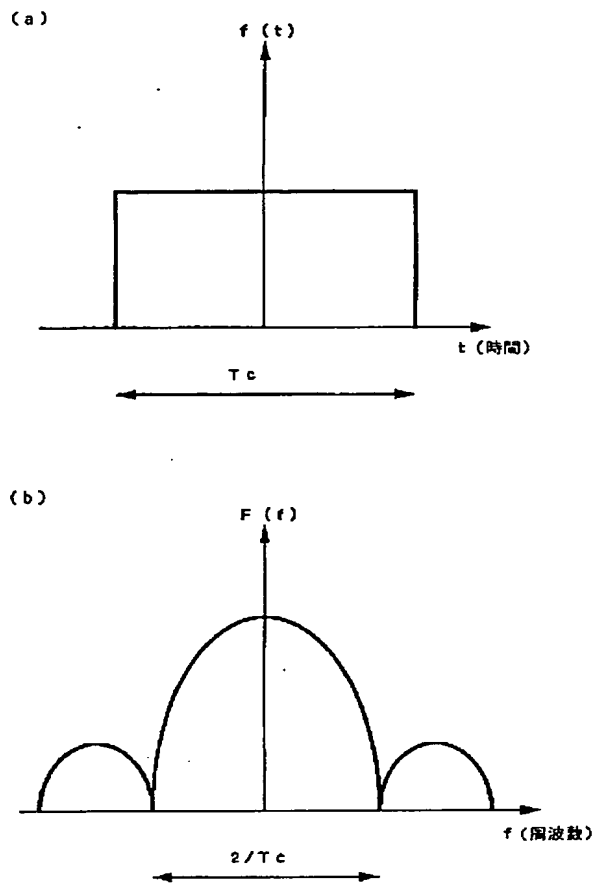
【図10】



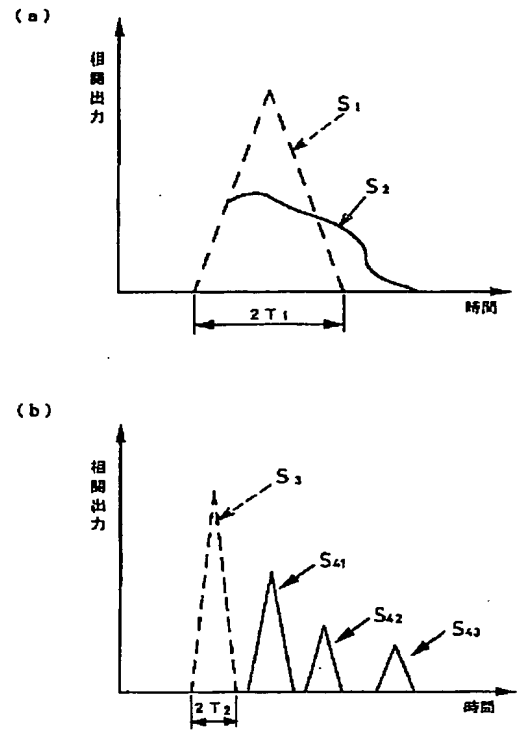
【図11】



【図3】



【図6】



【図7】

